



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07153660 A**(43) Date of publication of application: **16 . 06 . 95**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/027
G03F 7/207**(21) Application number: **05298785**(22) Date of filing: **30 . 11 . 93**(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI VLSI ENG
CORP**(72) Inventor: **TADAKUMA KUNIAKI
KATO TAKESHI
KOMORIYA SUSUMU
HIRANUMA MASAYUKI****(54) FOCAL-POSITION CORRECTION METHOD AND
PROJECTION ALIGNER**

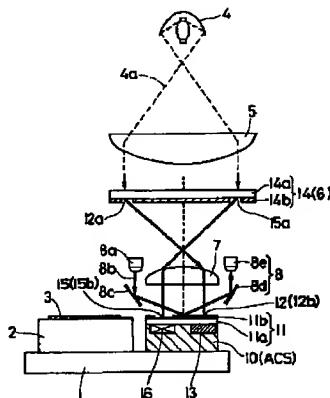
height position of a Z-stage 1 is found.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To detect a change in a focal position without being affected by a change in the brightness of a light source by a method wherein a first optical system whose quantity of detection light from the light source is changed according to the change in the focal position is installed, a second optical system whose quantity of detection light from the light source is not affected by a change in the focal position is installed and the ratio regarding the quantity of detection light of the first optical system to the second optical system is found.

CONSTITUTION: When the brightness of a light source 4 is designated as I, signal levels detected when light has been transmitted through a fiducial mark 12 at a transmittance of k_1 and a reference fiducial mark 15 at a transmittance of k_2 and when it has been incident individually on a calibration sensor 13 and a reference sensor 16 are respectively $k_1 \times I$ and $k_2 \times I$. Then, a calibration signal is obtained in an arithmetic circuit. That is to say, the calibration signal does not contain the brightness I of the light source 4, and it is expressed by the ratio regarding the transmittance of the fiducial mark 12 to the reference fiducial mark 15. Then, when the calibration signal is at a peak, the



特開平7-153660

(43) 公開日 平成7年(1995)6月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/027				
G 03 F 7/207		H 9122-2H	H 01 L 21/ 30	5 2 6 B
		7352-4M		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-298785

(22) 出願日 平成5年(1993)11月30日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233468

日立超エル・エス・アイ・エンジニアリング株式会社

東京都小平市上水本町5丁目20番1号

(72) 発明者 多田 隆 国晃

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 日

立超エル・エス・アイ・エンジニアリング

株式会社内

(74) 代理人 弁理士 筒井 大和

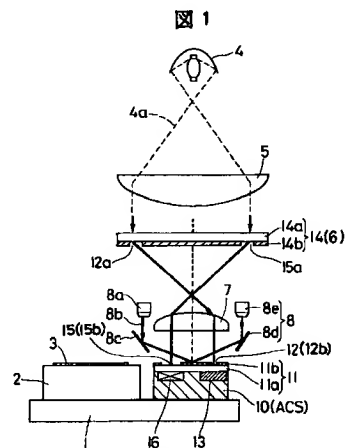
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焦点位置補正方法および投影露光装置

(57) 【要約】

【目的】 光源の輝度の変動等に影響されることなく、焦点位置の調整を高精度に行うことが可能な焦点位置補正技術および投影露光技術を提供する。

【構成】 キャリブレーション用レチクル14に形成されたキャリブレーション透光パターン12aの遮光部材11への結像パターン12bのフィディシャルマーク12における透過率k1の大きさをキャリブレーションセンサ13で測定して投影光学系7の焦点位置を模索する焦点位置補正方法において、リファレンスフィディシャルマーク15と、投影光学系7の焦点位置の変動に関係なく透過率k2が一定となるような結像パターン15bを形成するリファレンス透光パターン15aとリファレンスフィディシャルマーク15を透過する光量を検出するリファレンスセンサ16を備え、透過率k1、k2の比で最適焦点位置を決定する焦点位置補正方法である。



6 : レチクル (図5) 12 a : キャリブレーション透光パターン
7 : 投影光学系 15 : リファレンスフィディシャルマーク
8 : オートフォーカス機構 15 a : リファレンス透光パターン
12 : フィディシャルマーク

【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影光学系の焦点位置の変動に応じて光源からの検出光量が変化する第1の光学系と、前記光源からの検出光量が前記焦点位置の変動に影響されない第2の光学系とを設け、前記第1の光学系における検出光量と前記第2の光学系における検出光量との比を算出することによって、前記投影光学系の前記焦点位置の変動を検出することを特徴とする焦点位置補正方法。

【請求項2】 前記光源が周期的に光量が変化する場合、当該周期に同期させて前記第1および第2の光学系における検出光量のサンプリングおよび両者の比をとる演算操作を行うことを特徴とする請求項1記載の焦点位置補正方法。

【請求項3】 投影光学系と露光対象物との距離を所望の値に一定に保持する焦点位置保持機構を備えた投影露光装置において、前記焦点位置保持機構によって設定される前記投影光学系の前記露光対象物に対する焦点位置の校正を行うことを特徴とする請求項1または2記載の焦点位置補正方法。

【請求項4】 露光光を発生する光源と、前記露光光を所望のパターンに透過させることによって露光パターンを得る原版と、前記露光パターンを露光対象物に所望の倍率で投影する投影光学系と、前記露光対象物が載置される露光ステージとを備えた投影露光装置であって、前記原版に形成され、所望のパターンに前記露光光を透過させる第1の透光パターンと、前記第1の透光パターンの結像高さに配置されるとともに、前記第1の透光パターンの結像形状に第2の透光パターンが形成された遮光部材と、この遮光部材における前記第2の透光パターンの直下に配置され、前記第2の透光パターンを介して入射する露光光の光量を検出する第1の光センサと、前記原版に形成された第3の透光パターンと、前記遮光部材における前記第3の透光パターンの投影位置に、当該第3の透光パターンの結像範囲を包含するように形成された第4の透光パターンと、前記遮光部材における前記第4の透光パターンの直下に配置され、当該第4の透光パターンを介して入射する前記露光光の光量を検出する第2の光センサとからなる焦点位置補正機構を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項5】 前記第1および第2の光センサにおいて検出される光量の比を算出する演算手段を備え、前記比に基づいて前記投影光学系の最適焦点位置を見出すことを特徴とする請求項4記載の投影露光装置。

【請求項6】 前記光源における光量の変動周期に同期して前記第1および第2の光センサの出力の取込みおよび保持を行うデータ保持手段を備え、前記演算手段は、前記データ保持手段に得られた前記光量の比を算出する動作を行うことを特徴とする請求項4または5記載の投影露光装置。

【請求項7】 前記露光ステージ上の前記露光対象物と

前記投影光学系との距離を所望の値に一定に保持する焦点位置保持機構を備え、前記焦点位置補正機構によって前記焦点位置保持機構の校正を行うようにしたことを特徴とする請求項4、5または6記載の投影露光装置。

【請求項8】 前記遮光部材および前記第1および第2の光センサは、前記露光ステージとは独立な校正ステージ上に配置されることを特徴とする請求項4、5、6または7記載の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、焦点位置補正技術および投影露光技術に関し、特に、極微細なパターンを高精度に転写することが必要とされる半導体製造プロセスでの露光工程に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】たとえば、半導体製造プロセスでは、投影露光装置を用いたホトリソグラフィによって、微細な回路パターンを半導体基板（ウェハ）に転写形成することが知られている。通常、このような投影露光装置には、たとえば光柵の原理を応用して投影光学系とウェハとの距離を一定に維持するオートフォーカス機構が設けられ、通常の露光作業は、当該オートフォーカス機構による焦点合わせによって遂行されている。ところで、このオートフォーカス機構は、単に投影光学系とウェハとの距離を任意に設定される一定値に保つ働きをするのみであるため、稼働中の環境変化等の要因によって、当該オートフォーカス機構による焦点位置のばらつきが懸念される。このため、当該オートフォーカス機構を校正するためのキャリブレーション装置を設け、たとえばロットの切替え毎等の所定のタイミングで定期的にオートフォーカス機構の校正を行うことが一般的である。

【0003】このようなキャリブレーション装置としては、たとえば、露光原版としてのレチクルに形成されたラインアンドスペース等の所定のテストパターンを、投影光学系を介して、露光ステージ内に設置された光センサの前段に、ウェハの高さに配置された遮光部材に結像させるとともに、当該遮光部材の結像位置には当該テストパターンの結像形状に対応した透光パターンを開設しておき、遮光部材の高さが投影光学系の焦点位置に一致した時に、透光パターンを透過して光センサに入射する光量（遮光部材における透過率）が最大となることを利用して、最適焦点位置を模索するものである。そして、この時の、投影光学系と遮光部材（ウェハ）との距離をオートフォーカス機構に記憶させ、実際の露光作業を行う。

【0004】なお、半導体装置の製造プロセスにおける投影露光技術等については、たとえば、株式会社工業調査会、昭和61年11月18日発行、「電子材料」1986年11月号P101～P109、等の文献に記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記の従来技術におけるキャリブレーション装置では、遮光膜に開設された透光パターンを透過して光センサに入射する光量の大小に基づいて最適焦点位置を決定するため、たとえば、水銀ランプ等の光源の輝度の変動等によって、光源から発生する光量が変動した場合、光センサで検出される光量の変動が、投影光学系の焦点位置の変動によるものか、光源からの光量の変動によるものかを弁別できず、正確な焦点位置を決定できない、という問題がある。

【0006】近年では、半導体装置における回路パターンのさらなる微細化によって、投影光学系の僅かな焦点位置の誤差も、露光パターンの転写精度に大きく影響することが懸念される。

【0007】また、転写パターンの寸法が、露光光の波長程度に微細化してきているため、さらに、水銀ランプ等の光源よりもさらに短波長の露光光の光源として、エキシマレーザ等を使用することが考えられるが、当該エキシマレーザ等の光源では、原理上、発光が周期的となるため、精度維持には、前述のようなキャリブレーション装置においても、光源の発光の周期的な変化に対する対策が必要となる。

【0008】本発明の目的は、光源の輝度の変動等に影響されことなく、投影光学系における焦点位置の調整を高精度に行うことが可能な焦点位置補正技術を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、光源の輝度の変動等に影響されことなく、常に、露光対象物に対する焦点位置を高精度に維持することが可能な投影露光技術を提供することにある。

【0010】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願において開示される発明のうち、代表的なものとの概要を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0012】すなわち、請求項1記載の発明は、投影光学系の焦点位置の変動に応じて光源からの検出光量が変化する第1の光学系と、光源からの検出光量が焦点位置の変動に影響されない第2の光学系とを設け、第1の光学系における検出光量と第2の光学系における検出光量との比を算出することによって、投影光学系の焦点位置の変動を検出する焦点位置補正方法である。

【0013】また、請求項2記載の発明は、請求項1記載の焦点位置補正方法において、光源が周期的に光量が変化する場合、当該周期に同期させて第1および第2の光学系における検出光量のサンプリングおよび両者の比をとる演算操作を行うようにしたものである。

【0014】また、請求項3記載の発明は、投影光学系と露光対象物との距離を所望の値に一定に保持する焦点位置保持機構を備えた投影露光装置において、請求項1または2記載の焦点位置補正方法を用いて、焦点位置保持機構によって設定される投影光学系の露光対象物に対する焦点位置の校正を行うようにしたものである。

【0015】また、請求項4記載の発明は、露光光を発生する光源と、露光光を所望のパターンに透過させることによって露光パターンを得る原版と、露光パターンを露光対象物に所望の倍率で投影する投影光学系と、露光対象物が載置される露光ステージとを備えた投影露光装置において、原版に形成され、所望のパターンに露光光を透過させる第1の透光パターンと、第1の透光パターンの結像高さに配置されるとともに、第1の透光パターンの結像形状に第2の透光パターンが形成された遮光部材と、この遮光部材における第2の透光パターンの直下に配置され、第2の透光パターンを介して入射する露光光の光量を検出する第1の光センサと、原版に形成された第3の透光パターンと、遮光部材における第3の透光パターンの投影位置に、当該第3の透光パターンの結像範囲を包含するように形成された第4の透光パターンと、遮光部材における第4の透光パターンの直下に配置され、当該第4の透光パターンを介して入射する露光光の光量を検出する第2の光センサとからなる焦点位置補正機構を備えたものである。

【0016】また、請求項5記載の発明は、請求項4記載の投影露光装置において、第1および第2の光センサにおいて検出される光量の比を算出する演算手段を備え、この前記比に基づいて投影光学系の最適焦点位置を見い出すようにしたものである。

【0017】また、請求項6記載の発明は、請求項4または5記載の投影露光装置において、光源における光量の変動周期に同期して第1および第2の光センサの出力の取込みおよび保持を行うデータ保持手段を備え、演算手段は、データ保持手段に得られた光量の比を算出する動作を行うようにしたものである。

【0018】また、請求項7記載の発明は、請求項4、5または6記載の投影露光装置において、露光ステージ上の露光対象物と投影光学系との距離を所望の値に一定に保持する焦点位置保持機構を備え、焦点位置補正機構によって焦点位置保持機構の校正を行うようにしたものである。

【0019】また、請求項8記載の発明は、請求項4、5、6または7記載の投影露光装置において、遮光部材および第1および第2の光センサを、露光ステージとは独立な較正ステージ上に配置したものである。

【0020】

【作用】上記した本発明の焦点位置補正方法によれば、光源の輝度の変化に起因する光量の変動分が相殺され、第1の光学系と第2の光学系における検出光量の比は、

5 投影光学系の焦点変動のみを反映して変化するので、光源の輝度の変化等に影響されることなく、投影光学系の焦点位置の変動を高精度に検出でき、投影光学系の焦点位置の正確な補正操作が可能となる。

【0021】また、上記した本発明の投影露光装置によれば、焦点位置保持機構によって設定される投影光学系の焦点位置の経時的な変化を、光源の輝度の変化等の影響を受けることなく、焦点位置補正機構によって正確に校正できるので、常に、露光対象物に対する焦点位置を高精度に維持することができる、という効果が得られる。

【0022】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

【0023】（実施例1）図1は本発明の一実施例で実際の焦点位置補正方法が実施される投影露光装置の構成の一例を示す概念図であり、図2および図3は、その一部を取り出して示す平面図、図4は、その作用の一例を示す概念図、図5は、その作用の一例を示す線図である。

【0024】上下動および水平移動が自在なZステージ1の上には、露光対象物としてのウェハ3が載置される露光ステージ2が設けられている。この露光ステージ2の上方には、上から順に、露光光4aを発生する光源4、集光光学系5、露光光4aを所望の転写パターンに透過させる露光原版としてのレチクル6、レチクル6を所望のパターンに透過した露光光4aを所望の縮小倍率でウェハ3に投射する投影光学系7、などからなる露光光学系が設けられている。

【0025】投影光学系7の近傍には、オートフォーカスビーム8bを発生するオートフォーカス光源8aと、オートフォーカスビーム8bをウェハ3の表面に所定の入射角度で導く反射鏡8cと、ウェハ3からのオートフォーカスビーム8bの反射光をオートフォーカス用光センサ8eに導く反射鏡8dなどからなるオートフォーカス機構8が設けられている。

【0026】このオートフォーカス機構8は、投影光学系7との図示しない鏡筒等に固定されて当該投影光学系7とともにZステージ1上のウェハ3に対して相対的に上下動するように配置されている。そして、通常の稼働時には、投影光学系7とウェハ3との間隔が変化したときに、オートフォーカスビーム8bのオートフォーカス用光センサ8eに対する入射位置が変化することを利用して、投影光学系7とウェハ3との間隔、すなわち、ウェハ3に対する投影光学系7の焦点位置が、所定の設定値に一定に維持されるように、Zステージ1の高さを調整するオートフォーカス操作が行われる。

【0027】この場合、Zステージ1上には、露光ステージ2の近傍に、前述のオートフォーカス機構8を校正するためのキャリブレーション装置ACSを構成する校正ステージ10が配置されている。

【0028】この校正ステージ10の上には、露光ステージ2におけるウェハ3の高さに一致するように遮光部材11が設けられている。この遮光部材11は、たとえば透明なガラス基板11aの上面にクロム等の金属遮光膜11bを全面に形成し、その一部に、図3に例示されるような、直交する2方向に配列された複数組のラインアンドスペース等の透光パターンからなるフィディシヤルマーク12を開設したものであり、このフィディシヤルマーク12の直下には、校正ステージ10の内部に埋め込まれた光センサからなるキャリブレーションセンサ13が配置されている。

【0029】一方、後述のキャリブレーション操作に用いられるキャリブレーション用レチクル14は、図2に例示されるように、透明なガラス基板14aにクロム等の透光膜14bを全面に被着し、その一部に、直交する2方向に配列された複数組のラインアンドスペース等のキャリブレーション透光パターン12aを開設した構成となっており、透光膜14bを下向きにした姿勢で用いられる。

【0030】校正ステージ10上の遮光部材11に形成されたフィディシヤルマーク12の寸法および形状は、前述のキャリブレーション用レチクル14に形成されたキャリブレーション透光パターン12aを、投影光学系7を介して、所定の縮小倍率で遮光部材11上に投影した時の結像パターン12bの寸法および形状とほぼ一致するように形成されている。

【0031】すなわち、投影光学系7を介して縮小投影されるキャリブレーション透光パターン12aの、遮光部材11（ウェハ3の高さ）に対する焦点位置、および水平方向の投影位置が、遮光部材11のフィディシヤルマーク12に一致したときに、当該フィディシヤルマーク12を透過してキャリブレーションセンサ13に入射する光量（フィディシヤルマーク12での透過率 k ）が最大となるように形成されている。

【0032】この場合、キャリブレーション用レチクル14には、キャリブレーション透光パターン12aとともに、任意の形状のリファレンス透光パターン15aが形成されており、遮光部材11には、このリファレンス透光パターン15aが投影光学系7を介して投影される結像パターン15bの結像位置にリファレンスフィディシヤルマーク15が開設されており、その直下には、光センサからなるリファレンスセンサ16が配置されている。

【0033】このリファレンスフィディシヤルマーク15の形状は、遮光部材11に対するリファレンス透光パターン15aの結像パターン15bの形状を包含するようになに充分に大きく開設されており、投影光学系7の遮光部材11（ウェハ3）に対する上下動によって焦点位置が変化しても、あるいは、ある程度水平方向における投射位置のある程度の位置ずれが発生しても、リファレン

スセンサ16における検出光量(リファレンスフィディシャルマーク15における透過率 k_2)が変動しない構成となっている。

【0034】キャリブレーションセンサ13およびリファレンスセンサ16は、演算回路17およびキャリブレーション制御装置18が接続されており、後述のような信号処理動作およびオートフォーカス機構8の補正動作を行う。

【0035】なお、キャリブレーション透光パターン12aおよびリファレンス透光パターン15aは、キャリブレーション用レチクル14に形成することに限らず、実際の露光作業に用いられるレチクル6の一部に形成してもよい。

【0036】以下、本実施例の焦点位置補正方法および投影露光装置の作用の一例について説明する。

【0037】まず、通常の稼動時には、投影光学系7等の露光光学系を露光ステージ2の直上部に位置づけ、オートフォーカス機構8によって、投影光学系7と露光ステージ2上のウェハ3との距離を当該投影光学系7の焦点距離に保つことにより、レチクル6の所望の転写パターンによって、ウェハ3上に塗布された図示しないホトレジストを所定のパターンに感光させる露光作業を行う。

【0038】この時、オートフォーカス機構8では、単に投影光学系7とウェハ3との距離を一定に保持する動作を行うのみであるため、たとえば、環境変化等によって投影光学系7の焦点位置が変動したり、オートフォーカス機構8による焦点位置の保持動作が変化した場合には、露光不良となってしまう。

【0039】そこで、たとえば、ウェハ3のロット切替え等のタイミングで、露光光学系を較正ステージ10上に移動させ、以下のようなオートフォーカス機構8のキャリブレーション操作を行う。

【0040】まず、レチクル6をキャリブレーション用レチクル14に交換する。

【0041】その後、光源4を点灯して、キャリブレーション用レチクル14に形成されたキャリブレーション透光パターン12aおよびリファレンス透光パターン15aを、較正ステージ10上の透光部材11に結像パターン12bおよび結像パターン15bとして投影する。*40

$$S = (k_1 \times I) / (k_2 \times I)$$

すなわち、Sは、光源4の輝度Iを含まず、フィディシャルマーク12およびリファレンスフィディシャルマーク15の各々の透過率の比となる。前述のように、リファレンスフィディシャルマーク15の透過率 k_2 は投影光学系7の焦点位置の変動に関係なく一定であるが、フィディシャルマーク12の透過率 k_1 は、投影光学系7の焦点位置のずれ(結像パターン12bのぼけ)を反映して変化する。すなわち、キャリブレーション信号Sは、投影光学系7の焦点位置の変動のみを反映して変化

*【0042】この時、まず、図4に例示されるように、キャリブレーション透光パターン12aの投影像のフィディシャルマーク12に対する水平方向のずれを修正する。この修正は、投影光学系7の較正ステージ10に対する高さを一定にした状態で、当該較正ステージ10を水平方向の直交する2方向(フィディシャルマーク12のを較正するラインアンドスペースパターンの配列方向)にそれぞれ微動させ、キャリブレーションセンサ13における検出光量(透過率 k_1)が最大になる位置を探すことによって可能である。

【0043】次に、この状態で、投影光学系7に対してZステージ1を上下方向に微動させることによって、適正な焦点位置を模索する操作を開始する。

【0044】この時、最適な焦点位置では、キャリブレーション透光パターン12aの結像パターン12bはフィディシャルマーク12の内部に納まるため、フィディシャルマーク12における透過率 k_1 、すなわちキャリブレーションセンサ13の出力は最大となり、焦点位置のその上下にずれた場合、いずれの場合にも出力は低下し、図5の(b)に例示されるようになるが、この出力には、光源4等のちらつきに起因する輝度の変化も反映するため、波形は当該誤差を含んで乱れた状態となり、最適な焦点位置の決定の際の誤差要因となる。

【0045】一方、図5(a)に例示されるように、リファレンスセンサ16の出力は、投影光学系7の焦点位置の変動に関係なく光源4の輝度の変動を反映したものとなる。

【0046】そこで、本実施例の場合には、キャリブレーションセンサ13の出力とともにリファレンスセンサ16の出力を用いて、演算回路17により次のような処理を行う。

【0047】光源4に照度をIとすると、透過率 k_1 のフィディシャルマーク12および透過率 k_2 のリファレンスフィディシャルマーク15を透過してキャリブレーションセンサ13およびリファレンスセンサ16の各々に入射して検出される信号レベルは、それぞれ、 $k_1 \times I$ 、および $k_2 \times I$ となり、演算回路17では、次式(1)のようにして、キャリブレーション信号Sを得る。

$$\begin{aligned} \text{【0048】} \\ S &= k_1 / k_2 \cdots (1) \end{aligned}$$

し、図5(c)に例示されるように、最適な焦点位置でピークとなる。

【0049】したがって、キャリブレーション信号SのピークのときのZステージ1の高さ位置を求めることにより、光源4における輝度の変動に影響されることなく、投影光学系7の透光部材11(ウェハ3)に対する最適焦点位置を決定できる。キャリブレーション制御装置18では、キャリブレーション信号Sがピークとなる最適焦点位置の時の投影光学系7とウェハ3との距離

(Z ステージ 1 の高さ) を、オートフォーカス機構 8 に記憶させる。

【0050】この操作により、以降、オートフォーカス機構 8 によって設定される投影光学系 7 とウェハ 3 との距離は、投影光学系 7 の焦点位置にウェハ 3 の高さが正確に一致する距離となり、投影光学系 7 の正確な焦点合わせによる露光操作が可能となり、投影光学系 7 を介してレチクル 6 からウェハ 3 に転写される回路パターンの精度が向上する。

【0051】(実施例 2) 図 6 は、本発明の他の実施例である焦点位置補正方法を実施するための回路構成の一例を示すブロック図であり、図 7 は、その作用の一例を示す線図である。

【0052】たとえば、より短波長の露光光 4 a を得るべく、水銀ランプ等の代わりに光源 4 として、たとえば、図 7 のように、周期的に輝度 I が変化するエキシマレーザ等を用いる場合、やはり、キャリブレーションセンサ 13 の単独の出力では、正確な焦点位置を検出できない。そこで、この実施例 2 では、次のようにして誤差を排除する。

【0053】すなわち、キャリブレーションセンサ 13 およびリファレンスセンサ 16 の各々と、演算回路 17 との間には、それぞれ、サンプル・アンド・ホールド回路 20 およびサンプル・アンド・ホールド回路 21 が介設され、当該サンプル・アンド・ホールド回路 20 および 21 は、タイミング信号発生器 22 からのタイミング信号 22 a の入力を契機として、キャリブレーションセンサ 13 およびリファレンスセンサ 16 からの信号の取込みを行う。

【0054】タイミング信号発生器 22 は、リファレンスセンサ 16 で検出される $k \times I$ と所定の閾値 VTH とを比較し、 $k \times I$ が閾値 VTH を越えたとき、すなわち、光源 4 の輝度 I がピークの時に、タイミング信号 22 a をサンプル・アンド・ホールド回路 20、21 に発行する動作を行う。

【0055】これにより、演算回路 17 では、光源 4 が高輝度で安定した状態の時の I を用いて、前記式 (1) に例示した演算を実行することにより、光源 4 の輝度 I の変動に影響されることなく、正確に、投影光学系 7 の焦点位置を検出してオートフォーカス機構 8 を較正することができる。

【0056】以上本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々の変更可能であることは言うまでもない。

【0057】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、以下のとおりである。

【0058】すなわち、本発明の焦点位置補正方法によ

れば、光源の輝度の変動等に影響されることなく、投影光学系における焦点位置の調整を高精度に行うことができる、という効果が得られる。

【0059】また、本発明の投影露光装置によれば、光源の輝度の変動等に影響されることなく、常に、露光対象物に対する焦点位置を高精度に維持することができる、という効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例である焦点位置補正方法が実施される投影露光装置の構成の一例を示す概念図である。

【図 2】その一部を取り出して示す平面図である。

【図 3】その一部を取り出して示す平面図である。

【図 4】その作用の一例を示す概念図である。

【図 5】(a) ~ (c) は、その作用の一例を示す線図である。

【図 6】本発明の他の実施例である焦点位置補正方法を実施するための回路構成の一例を示すブロック図である。

【図 7】その作用の一例を示す線図である。

【符号の説明】

1 Z ステージ

2 露光ステージ

3 ウェハ (露光対象物)

4 光源

4 a 露光光

5 集光光学系

6 レチクル (原版)

7 投影光学系

8 オートフォーカス機構 (焦点位置保持機構)

8 a オートフォーカス光源

8 b オートフォーカスビーム

8 c 反射鏡

8 d 反射鏡

8 e オートフォーカス用光センサ

10 較正ステージ

11 遮光部材

11 a ガラス基板

11 b 金属遮光膜

12 フィディシャルマーク (第 2 の透光パターン)

12 a キャリブレーション透光パターン (第 1 の透光パターン)

12 b 結像パターン

13 キャリブレーションセンサ

14 キャリブレーション用レチクル

14 a ガラス基板

14 b 遮光膜

15 リファレンスフィディシャルマーク (第 4 の透光パターン)

15 a リファレンス透光パターン (第 3 の透光パター

11

12

ン)

15 b 結像パターン

16 リファレンスセンサ

17 演算回路

18 キャリブレーション制御装置

* 20 サンプル・アンド・ホールド回路

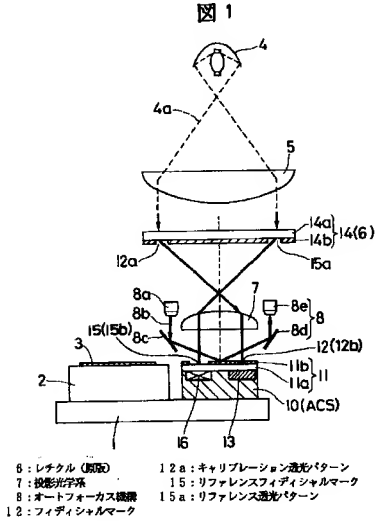
21 サンプル・アンド・ホールド回路

22 タイミング信号発生器

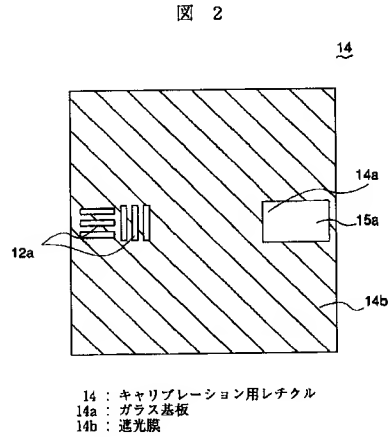
22 a タイミング信号

* ACS キャリブレーション装置

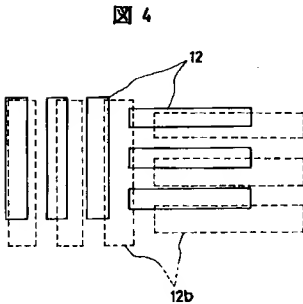
【図 1】



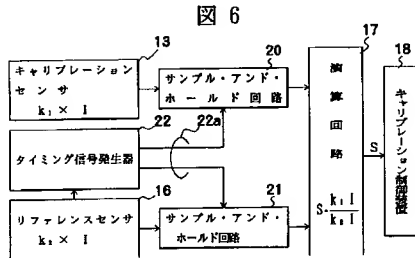
【図 2】



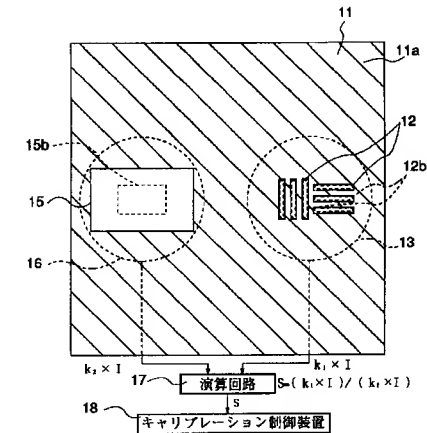
【図 4】



【図 6】

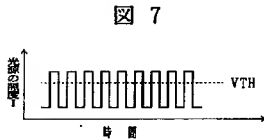


【図3】

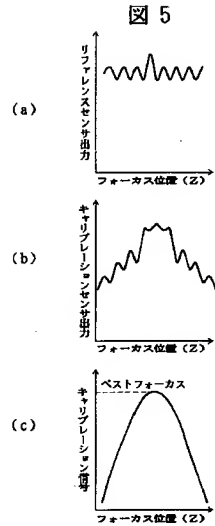


12b: 結像パターン 15b: 結像パターン
13: キャリブレーションセンサ 16: リファレンスセンサ

【図7】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 毅
東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 小森谷 進
東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 平沼 雅幸
東京都小平市上水本町5丁目20番1号 株式会社日立製作所半導体事業部内